

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075244

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl. G02B 27/28

(21)Application number : 10-245797 (71)Applicant : KYOCERA CORP

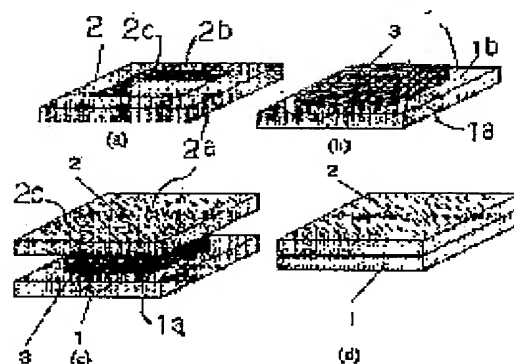
(22)Date of filing : 31.08.1998 (72)Inventor : FUKANO TORU

(54) OPTICAL ISOLATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance reliability, to lower insertion loss and to enable easy manufacture by joining a pair of dielectric substrates formed with polarization layers on one main surface side to each other on the other main surface side, providing the other main surface side of the one dielectric substrate with a recessed part and disposing a planar Faraday rotator in this recessed part.

SOLUTION: A polarizer 1 and analyzer 2 formed with the polarization layers on one-side main surfaces 1a, 2a are prepd. and the recessed parts 2c for holding the 45° Faraday rotator 3 are formed on the other-side main surfaces 1b, 2b of both. Next, the Faraday rotator 3 is arranged in the recessed parts. At this time, the angle of the 45° Faraday rotator 3 does not depend on the crystal faces and, therefore, there is no need for angle regulation, etc. The analyzer 2 is covered from above and the angle of the analyzer 2 is so regulated as to maximize the transmittance. A prescribed adhesive material is then applied thereon to adhere the analyzer. The same material is used for the dielectric substrates of the polarizer 1 and the analyzer 2 to enable the sure sealing of the Faraday rotator 3 part and, therefore, the optical isolator which is smaller in size and higher in



reliability is embodied.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision
of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-75244
(P2000-75244A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 B 27/28

識別記号

F I
G 0 2 B 27/28

テーマコード(参考)
A 2 H 0 9 9

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-245797

(22) 出願日 平成10年8月31日 (1998.8.31)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 深野 徹

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京
セラ株式会社中央研究所内

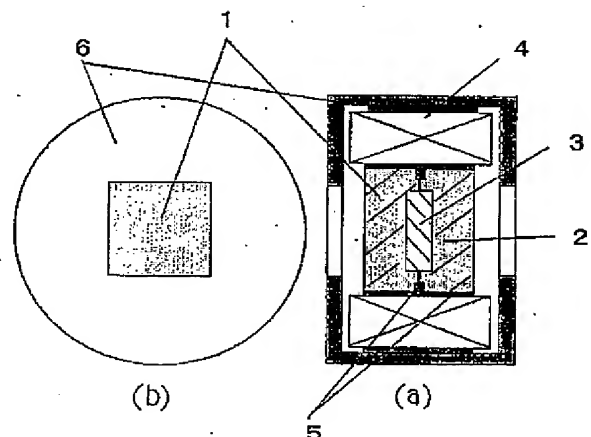
Fターム(参考) 2H099 AA01 BA02 CA11 DA05

(54) 【発明の名称】 光アイソレータ

(57) 【要約】

【課題】 検光子、偏光子、ファラデー回転子を一体化させて作製する光アイソレータにおいて、高信頼性で低挿入損失であり、しかも容易に作製が可能な光アイソレータを得ること。

【解決手段】 一主面1a、2a側に偏光層を形成した一対の誘電体基板1、2を他主面側で互いに接合して成り、かつ少なくとも一方の誘電体基板2の他主面側に凹部を設け、該凹部内に板状のファラデー回転子3を配設したことを特徴とする光アイソレータとする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一主面側に偏光層を形成した一対の誘電体基板を他主面側で互いに接合して成り、かつ少なくとも一方の誘電体基板の他主面側に凹部を設け、該凹部内に板状のファラデー回転子を配設したことを特徴とする光アイソレータ。

【請求項 2】 誘電体基板の両主面に一対の偏光層を形成させるとともに、該一対の偏光層間で誘電体基板の内部に板状のファラデー回転子を配設したことを特徴とする光アイソレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信機器、光情報処理等に使用される磁気光学効果を利用した光アイソレータに関する。

【0002】

【従来の技術】光アイソレータは、ある方向に対しては光を殆ど減衰する事なく伝送させ（順方向）その反対方向（逆方向）には光を伝送しない 1 方向のみの光を伝送する非相反光デバイスである。

【0003】このような光アイソレータは、主に、半導体レーザーへの反射戻り光防止の為に使用されている。

【0004】従来のパルク型光アイソレータ（以下、単に光アイソレータという）の構造を図 2 に示す。この構造は一般的に、偏光子 1、45° ファラデー回転子 3、検光子 2、磁石 4 から構成されており、それぞれの構成部品を光学的に調芯を行いながら、SUS 等で作製されたフォルダー 6 の内周に設置した磁石 4 に、接着材 5（低融点ガラスや半田等）により接着している。なお、45° ファラデー回転子 3 は、磁石に接触すると回転角が変化する等の問題からファラデー回転子保治具 7 を用いる。

【0005】また、近年では、自発印加型のファラデー回転子の開発により、磁石を使用せず、非相反部のみで戻り光を遮断する光アイソレータも登場している。

【0006】これらの光アイソレータの原理を図 3 に基づいて説明する。

【0007】図 3（a）に示すように、光 8 を入射すると、偏光子 1 により出射光 9 は偏光面が選択され、さらに、45° ファラデー回転子 3 により、出射光 10 は偏光面が 45° 回転され、検光子 2 を透過した出射光 11 が得られる。

【0008】一方、図 3（b）に示すように、戻り光 12 は検光子 2 により、出射光 13 は偏光面が選択され、さらに 45° ファラデー回転子 3 により、出射光 14 は進行方向に対し順方向の時とは逆方向へ 45° 回転する為、偏光子 1 の偏光面とは 90 度ずれる事になり、偏光子 1 からは光は出射できない。

【0009】なお、偏光子 1、検光子 2 は偏光ガラス、複屈折結晶等、また、ファラデー回転子 3 には、YIG

（イットリウム、鉄、ガーネット）や（R Bi）IG（ビスマス置換希土類、鉄、ガーネット）が用いられている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】光アイソレータは、組み込まれる光モジュールの小型化に伴い、いっそうの小型化が要求されてきた。しかしながら、上記従来の構造では、フォルダー内に、偏光子、ファラデー回転子、検光子をそれぞれ独立に接着させている事から、小型化が困難であった。また、偏光子やファラデー回転子等の部品を 1 台 1 台光学的に調芯しながら、組み立てを行っており、生産効率が非常に悪いという問題があった。

【0011】このため、近年、偏光子、検光子、ファラデー回転子を一体化させて光アイソレータを作製する方法が検討されている。

【0012】例えば、ウエハー上の偏光子、ファラデー回転子、検光子を光学的に調芯した後、光学接着材により一括で接合し、所望の大きさのチップ状に切断する事により非相反部を得た後、非相反部をホルダー内に配置するような製造方法が提案されている（特許公報 2757045 号等を参照）。

【0013】しかし、光が透過する面に接着材が残る為、光損失の増加につながる。また、接着材による接合では、信頼性が低く、高信頼性が要求される光アイソレータでは使用できない。

【0014】また、低融点ガラスを格子状に偏光子上にバターニング後接合し、格子状の低融点ガラスに沿ってチップ状に切断する方法が提案されている（特許公報 2697354 号等を参照）。

【0015】しかし、偏光ガラス、ファラデー回転子の熱膨張係数が大きく異なる事により、素子が破損する等の問題があり実用化には至っていない。

【0016】そこで本発明は、検光子、偏光子、ファラデー回転子を一体化させて作製する光アイソレータにおいて、高信頼性で低挿入損失であり、しかも容易に作製が可能なものを提供する事を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の光アイソレータは、一主面側に偏光層を形成した一対の誘電体基板を他主面側で互いに接合して成り、かつ少なくとも一方の誘電体基板の他主面側に凹部を設け、該凹部内に板状のファラデー回転子を配設したことを特徴とする。

【0018】すなわち、誘電体基板の一主面側に偏光層を形成した偏光子及び検光子の少なくとも一方の誘電体基板の他主面側に板状のファラデー回転子を配設する凹部を形成し、前記偏光子及び検光子の誘電体基板どうしを間に前記ファラデー回転子を介在させて接合して成る。

【0019】具体的には、下記 A～D の工程順次行うこ

とにより光アイソレータを作製することができる。

【0020】A：ウエハー上の偏光子、および検光子のどちらか一方にファラデー回転子を保持する溝を作製し、

B：透過光の光量が最大となるよう調芯を行いながら、偏光子と検光子の間にファラデー回転子を配置し、

C：その後、接着する事により一体化し、

D：さらに、所望の大きさのチップ状に切断し光アイソレータの非相反部を得る。

【0021】特に上記接着材には半田、銀ろうまたは、低融点ガラスを用いるとよい。

【0022】また、特に偏光子と検光子が直接接合され、さらに、その内部に45°ファラデー回転子が存在する非相反部を有することを特徴とする。これにより、同一材質のものの接合となり、低融点ガラス、銀ろう、半田等で問題無く接合する事ができ、また、45°ファラデー回転子が存在する箇所を封止する事ができるので、高信頼性の光アイソレータが実現される。

【0023】さらに、光が透過する面に接着材が残らない為、挿入損失が大きくなる問題も生じない。その作製方法としては、ウエハー上の偏光子、および検光子のどちらか一方に45°ファラデー回転子を保持する溝を作製し、透過光の光量が最小となるように調芯を行いながら、偏光子と検光子の間に45°ファラデー回転子を配置し、その後、接着する事により一体化し、次いで、所望の大きさのチップ状に切断し光アイソレータの非相反部を得る事も可能であり、工程の簡略化も可能となる。

【0024】なお、偏光子および、検光子のどちらか一方、もしくは両者に、透光性を有する誘電体基板の一主面に異方性を有する金属粒子が分散された金属粒子層と誘電体層とが交互に多層に積層された偏光層を設けてなるものを使用する事が好ましい。これは、従来使用されている偏光ガラスでは、基板の表面から数十μm程度の深さしか偏光に寄与する金属粒子が存在していない為、45°ファラデー回転子を保持する溝を作製すると偏光子として使用できないが、前記偏光子においては、誘電体基板に金属粒子層と誘電体層を積層する構造を採用しているので、誘電体基板面に45°ファラデー回転子を保持する溝（又は凹部）を設けられるからである。

【0025】また、誘電体基板の両主面に一对の偏光層を形成させるとともに、該一对の偏光層間で誘電体基板の内部に板状のファラデー回転子を配設したことを特徴とする光アイソレータとしても同様な効果が期待できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づき説明する。

【0027】図1に本発明の一実施例による光アイソレータを示す。誘電体基板の一主面に偏光層が形成された偏光子1と検光子2が他主面どうしで直接接合されてお

り、その内部に45°ファラデー回転子3が組み込まれている。なお、検光子2の偏光面は、偏光子1の偏光面に対し、45度回転させて配置してある。また、接着剤5には、低融点ガラス、銀ろう、半田等を用いる。半田を用いる場合には、接合面に、Au、Ag、Cu、Sn等でメタライズしておく事とする。

【0028】さらに、前記非相反部のホルダー内への固定には、低融点ガラス、銀ろう、半田等を使用する。

【0029】偏光子1や検光子2はルチル等の複屈折結晶、ポーラコア（コーニング社の登録商標）等の金属分散ガラスを用いたり、ホウ珪酸ガラス等の誘電体基板上に、金属粒子層と誘電体層を交互に積層したガラス等を使用するが、偏光子1、検光子2上に45°ファラデー回転子3を保持する溝を作製する事を考慮すると、誘電体基板上に針状の金属粒子が多数分散された金属粒子層と誘電体層を交互に積層した偏光ガラスが最も好ましい。

【0030】45°ファラデー回転子3は、液相エピタキシャル法などにより育成されたビスマス置換ガドリニウム・鉄・ガーネット（GdB₂FeO₇）厚膜や、ビスマス置換ガドリニウム・鉄・アルミニウム・ガリウム・ガーネット（GdB₂FeAlGaO₇）厚膜を用いる。なお、45°ファラデー回転子3の厚さであるが、それぞれの回転係数、飽和磁化により変化するが、0.35μm～0.5μmである。また、近年開発された、自発印加型の45°ファラデー回転子を使用し、磁石を使用しない光アイソレータを作製してもよい。

【0031】接着材5は磁石4に接着する際に使用するものより、偏光子1と検光子2とを接合するものの方が融点の高いものとする。これにより、偏光子1と検光子2を接合する接着材は、フォルダー内に接着する時にも溶ける心配がない。

【0032】次に、図4（a）～（d）を用いて、図1に示す光アイソレータの製造方法について説明する。

【0033】一方主面1a、2aに偏光層（誘電体中に針状の金属粒子2cが分散されている）が形成されている偏光子1、検光子2を用意し、両者の他方主面1b、2bに45°ファラデー回転子3を保持する凹部2cを作製する（図4（a））。この加工には、超音波加工機等を使用することとする。加工深さは偏光子1、検光子2は、それぞれ、45°ファラデー回転子3の半分の厚みを削るものとする。

【0034】次に、凹部内にファラデー回転子3を配置する。このとき、45°ファラデー回転子3の角度は、結晶面に依存しない為、角度調節等は不要である（図4（b））。

【0035】次に、検光子2を上から覆い、透過率が最大となるように検光子2の角度を調整し（図4（c））、所定の接着材を塗布し接着する（図4

(d))。

【0036】また、工程をより容易にする作製方法を図5に示す。まず、ウェハー状の偏光子1、検光子2を用意し、どちらか一方に45°ファラデー回転子3と同一の厚さの溝を複数作製する(図5(a))。

【0037】その後、その溝一つ一つに45°ファラデー回転子3を配置し(図5(b))、偏光子1と検光子2の間に、45°ファラデー回転子上に接着材がつかないよう45°ファラデー回転子の形状に合わせて穴を開け、プリフォームされた低融点ガラス等の接着材15を乗せる。(図5(c))、上からウェハー状の偏光子1もしくは検光子2で覆い、その一つのサイトで光の透過率が最大になるよう光学的に調芯し接着する(図5(d))。

【0038】その後、所望の大きさにチップ状に切断しする(図5(e))。なお、チップ状への切断には、ワイヤーソーやダイシングを使用する事とする。

【0039】さらに、偏光子1、ファラデー回転子3、検光子2を接合したものをホルダー内の円筒磁石の中心に接着するが、接着には、偏光子1、検光子2を接着しているものより、融点が低いものを使用する。ここで、光アイソレータには高信頼性が要求される為、低融点ガラスが好ましい。

【0040】以上の工程により高信頼性、低挿入損失、作製工程が低減された光アイソレータが完成される。

【0041】なお、上記光アイソレータは、一主面側に偏光層を形成した一対の誘電体基板を他主面側で互いに接合して成り、かつ少なくとも一方の誘電体基板の他主面側に凹部を設け、該凹部内に板状のファラデー回転子を配設した構造のものについて説明したが、誘電体基板の両主面に一対の偏光層を形成させるとともに、該一対の偏光層間で誘電体基板の内部に板状のファラデー回転子を配設するようにしても同様な効果が期待できる。

【0042】

【実施例】【実施例1】偏光子1、検光子2には、 $\phi 3$ mm、厚さ0.5 mmの誘電体基板上に針状の金属粒子層と誘電体層とが積層されているものを用いた。また、45°ファラデー回転子3には、 $\phi 2$ mm、厚さ0.5 μ mのビスマス置換ガドリニウム・鉄・アルミニウム・ガリウム・ガーネット(GdBi): (FeAlGa): O₁₂ 厚膜を用いた。

【0043】まず、超音波加工機により、偏光子1、検光子2の誘電体基板面に、 $\phi 2$ mm、深さ0.25 μ mの溝を作製した。その後、SUS303で作製した治具16で、偏光子1、検光子2を保持する。

【0044】次に、図6(a)に示すように、45°ファラデー回転子3を偏光子1の溝にはめ込み、図6

(b)に示すように、その上から、治具で保持した検光子をかぶせる。そこで、これらに磁界をかけながら、レーザー光を偏光子側から入射し、検光子2を回転させな

がら、検光子2から出射してくる光量をモニターし、光量が最大となる箇所にて、低融点ガラス15にて接着する。なお、低融点ガラス15には、LS0133を用いた。

【0045】その後、図6(c)に示すように、リング状の治具17を用いて、SUSの治具16を固定しながら、これらを、450℃10分間で熱処理を行い、偏光子1と検光子2を接着させた。さらに、これらを内部に円筒形のマグネットが配置されているホルダー内部に接着し、光アイソレータを得た。なお、この接着には、低融点ガラスLS0803を用い、400℃10分間の熱処理を行い接着した。

【0046】〔実施例2〕偏光子1、検光子2には、18 mm角、厚さ0.5 mmの誘電体基板上に針状の金属粒子層と誘電体層とが積層されているものを用いた。また、45°ファラデー回転子3には、 $\phi 2$ mm、厚さ0.5 μ mのビスマス置換ガドリニウム・鉄・アルミニウム・ガリウム・ガーネット(GdBi): (FeAlGa): O₁₂ 厚膜を用いた。

【0047】まず、超音波加工機により、偏光子の誘電体基板面に、 $\phi 2$ mm、深さ0.5 μ mの溝を36個作製した。その後、SUS303で作製した治具16で、偏光子1、検光子2を保持する。

【0048】次に、図7(a)に示すように、45°ファラデー回転子3を偏光子のそれぞれの溝にはめ込み、図7(b)に示すように、その上から、プリフォームされた低融点ガラス15を置き、さらに、図7(c)に示すように、その上からSUSの治具16で保持した検光子2をかぶせた。ここで、これらに磁界をかけながら、1つのサイトにレーザー光を偏光子1側から入射し、検光子2を回転させながら、検光子2から出射してくる光量をモニターし、光量が最大となる箇所にて、リング状の治具17を用いて、偏光子1、検光子2を保持したSUSの治具16を固定した。なお、低融点ガラスには、LS0133を用いた。

【0049】次に、これらを、450℃10分間で熱処理を行い、偏光子1と検光子2を接着させ、その後、これらを3 mm角にワイヤーソーにて切断し、非相反部を得た。

【0050】また、これらを内部に円筒形のマグネットが配置されているホルダー内部に接着し、光アイソレータを得た。なお、この接着には、低融点ガラスLS0803を用い、400℃10分間の熱処理を行い接着した。

【0051】

【発明の効果】本発明の光アイソレータによれば、偏光子と検光子の誘電体基板に同一材料を用いれば、ファラデー回転子部を確実に封止することが可能となる為、小型化、高信頼性の光アイソレータが実現される。

【0052】また、一括調芯による非相反部の作製が可

能であり、より作製工程が簡便となる。特に、上記偏光子と検光子の誘電体基板に凹部を形成した方を、誘電体基板上に、針状の金属粒子が多数分散された金属粒子層と、誘電体層とが交互に積層されているものを使用すると好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光アイソレータの一実施形態を説明する図であり、(a)は断面図、(b)はその側面図である。

【図2】従来の光アイソレータの一例を説明する図であり、(a)は断面図、(b)はその側面図である。

【図3】(a)、(b)は、それぞれ光アイソレータの原理を説明する模式図である。

【図4】(a)～(d)は、それぞれ本発明に係わる光アイソレータの作製方法の一例を説明する斜視図である。

【図5】(a)～(e)は、それぞれ本発明に係わる光アイソレータの他の作製方法を説明する斜視図である。

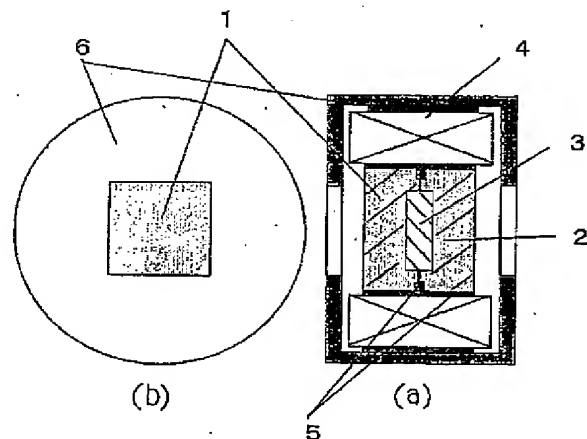
【図6】(a)～(c)は、それぞれ本発明に係わる光アイソレータの組み立て工程の一例を説明する断面図である。

* 【図7】 (a)～(c)は、それぞれ本発明に係わる光アイソレータの他の組み立て工程を説明する断面図である。

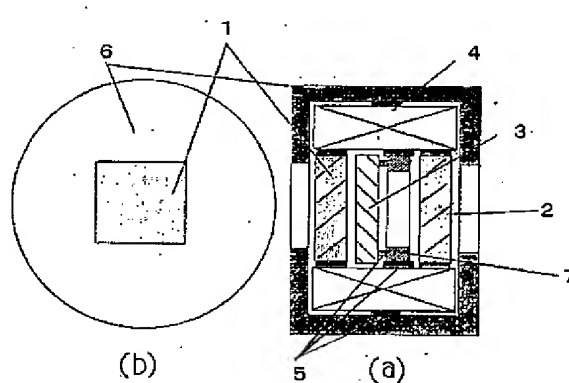
【符号の説明】

- 1：偏光子
- 2：検光子
- 3：45°ファラデー回転子
- 4：磁石
- 5：接着剤
- 6：フォルダー
- 7：45°ファラデー回転子保持具
- 8：入射光
- 9：偏光子を出射する光
- 10：45°ファラデー回転子を出射した光
- 11：出射光
- 12：戻り光
- 13：検光子を出射した光
- 14：偏光子を出射した光
- 15：低融点ガラス
- 16：SUSの治具
- 17：リング状の治具

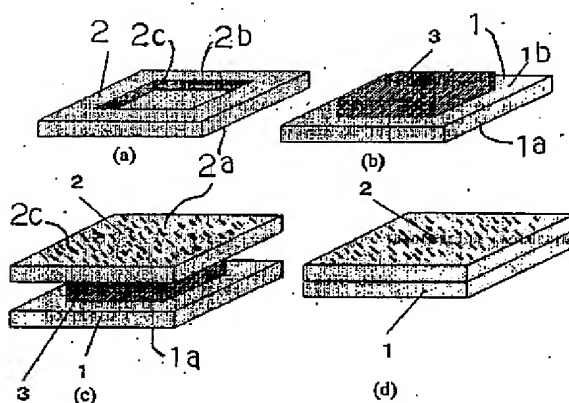
【図1】



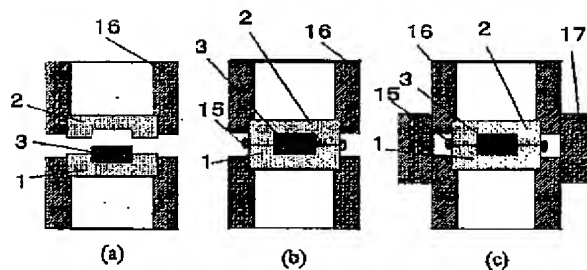
【図2】



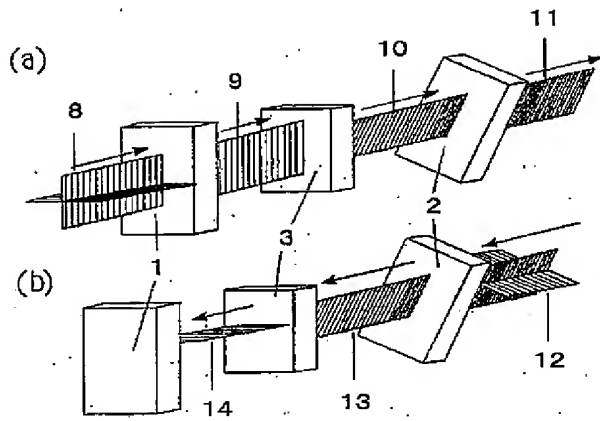
【図4】



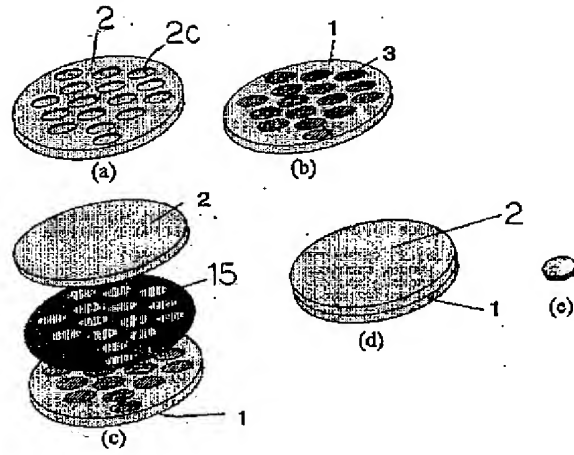
【図6】



【図3】



【図5】



【図7】

